



С.А. Толчельникова-Мурри

Светлана Александровна Толчельникова-Мурри — кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Главной астрономической обсерватории Российской Академии наук (Санкт-Петербург). Автор 106 научных работ, посвященных позиционным наблюдениям звезд, радарным наблюдениям Венеры, теории звездной абберации, методике составления абсолютных каталогов координат звезд, истории астрономии.

КОПЕРНИК И ВОСПРИЯТИЕ ЕГО ИДЕЙ В XX В.*

And thou art distant in humanity.
J. Keats¹

Введение

Среди ученых, родившихся более пятисот лет назад, много ли найдется таких, кого мы знаем не только по имени и чью тень мы призываем на помощь в трудные минуты, когда безмолвствуют живые? Николай Коперник, 525-летие со дня рождения которого отмечалось в 1998 г., — один из таких немногих. Юбилей Коперника пышно отмечались в нашем столетии, но был ли понят Коперник в XX в.? Хорошо ли знакомы наши современники с его трудами? Постараемся ответить на эти вопросы, но остановимся сначала хотя бы коротко на том, что общего между нашим временем и эпохой Коперника, почему стали для нас столь актуальными те проблемы, которые решал Коперник, а затем его

последователи, посвятившие весь свой труд, а иные и жизнь свою отдавшие ради утверждения учения Коперника.

С XV в. уточнение астрономической теории становится практической потребностью для народов Европы, интенсивно осваивающих мореплавание и новые заморские территории. В наши дни благодаря выходу астрометрии в космос и увеличению точности наблюдений также насущно необходима точная теория, ибо без этого нельзя будет в той же мере, в какой возросла точность наблюдений, повысить и точность результатов, т.е. тех величин, определение которых является целью исследований астрономов и физиков. Технические достижения

* Статья опубликована в журнале «Клио» (у нас печатается с разрешения редакции журнала и автора) — см.: Толчельникова-Мурри С.А. Коперник и восприятие его идей в XX в. // Клио: Журнал для ученых. СПб., 1999. № 1. С. 8—17.

создают возможность для более глубокого познания Природы, но всегда ли эта возможность превращается в действительность?

На протяжении XVII—XVIII вв. благодаря использованию и усовершенствованию телескопов оказалось возможным повысить точность измерений, что обеспечило бурный рост астрономических знаний. Новые точные инструменты оказались доступными ученым, развивавшим теорию Коперника: *истина являлась целью их трудов*, и быть ее самоотверженным защитником почитали они за честь для себя. Те два доказательства движения Земли вокруг Солнца, которые стали впоследствии хрестоматийными, были получены в 20-е гг. XVIII в. и 30-е гг. XIX в. Это соответственно открытая Дж. Брадлеем звездная абберрация и параллактические смещения звезд, определенные почти одновременно В. Я. Струве, Ф. Бесселем и Т. Хендерсоном. Первое открытие было неожиданным, второе — долго ожидаемым, «запланированным», ибо, как известно, еще Аристотель ссылался на отсутствие параллакса звезд как на доказательство неподвижности Земли. Заметить смещения, угловые размеры которых менее одной дуговой секунды, было невозможно вплоть до середины XIX в.

Вспомним, что Коперник создал свою теорию еще до изобретения телескопов, так что в его эпоху *первым импульсом* к развитию естествознания послужили не технические достижения. Не будем гадать, к какой теории мы придем, что даст нам происшедшее за два последние десятилетия повышение точности наблюдений на два порядка, но очевидно, что *роль фундаментальной астрометрии должна вырасти, поскольку приоритет получают исследования, основанные на математически строгих методах*.

Отсюда не следует, конечно, что приближенные методы и гипотезы

будут навсегда изгнаны из естествознания и что ученые последуют совету Канта (которому, кстати, он и сам не следовал): «Все, что может иметь хотя бы малейшее сходство с гипотезой, есть запрещенный товар, который не может быть пущен в продажу даже по самой дешевой цене, а должен быть изъят тотчас же после его обнаружения»². Мы говорим лишь о вновь открывающихся возможностях для строго детерминированных решений — их большую эффективность по сравнению с приближенными, а также статистическими решениями едва ли кто-либо решится оспаривать.

Фундаментальная астрономия является наследницей той астрономии, которую ученик Коперника Иоахим Ретик справедливо назвал *царицей математики*³, ведь она была ее «лабораторией»: сферическая астрономия, тригонометрия, геометрия и кинематика небесных кругов созданы астрономами. Анализ тысячелетних рядов наблюдений с помощью строгих математических методов был первым шагом к объяснению на единой основе всех движений в пределах наблюдаемой тогда «вселенной» и привел к созданию единой физики для Земли и для неба⁴. Этот шаг был сделан Коперником, его мы справедливо называем величайшим из астрономов.

Возвращаясь к современности, мы должны признать, что фундаментальная астрономия (астрометрия) в XX в. стояла и стоит в стороне от ключевых проблем естествознания. Их решение было доверено философам и физикам-теоретикам. Отношение последних к наследию Коперника не было однозначным, они подвергли пересмотру один из его основных выводов — заключение о движении Земли вокруг Солнца.

Чтобы напомнить точку зрения физиков XX века, а в дальнейшем попытаться найти причины, побуждавшие их сомневаться в основопо-

лагающем положении системы Мира Коперника, остановимся на статьях известных ученых, для которых характерен поиск пути, ибо нет смысла полемизировать с теми,

кто апологетически воспринимает теоретическую физику XX в. Во второй части статьи необходимо упомянуть современных защитников учения Коперника.

О восприятии идеи гелиоцентризма физиками-теоретиками XX в.

Земля недвижна — неба своды,
Творец, поддержаны тобой,
Да не падут на сушь и воды
И не подавят нас собой!*

А. С. Пушкин

1. В 1905 г. в книге «Ценность науки» А. Пуанкаре, вспоминая о том, что он утверждал в 1902 г. относительно доказательств вращения Земли, пишет следующее: «В моем сочинении “Наука и гипотеза” я сказал: “...утверждение: “Земля вращается” не имеет никакого смысла... или, лучше сказать, два положения: “Земля вращается” и “удобнее предположить, что Земля вращается” — имеют один и тот же смысл”. Эти слова подали повод к самым странным толкованиям.

Некоторые надумали видеть в этом реабилитацию Птолемеевой системы и, пожалуй, даже оправдание суда над Галилеем»⁵.

Между тем Пуанкаре процитировал свое высказывание не полностью. В книге «Наука и гипотеза» (1902) были также следующие слова: «...утверждение “Земля вращается” не имеет никакого смысла, ибо никакой опыт не позволит проверить его; ибо такой опыт не только не мог бы быть ни осуществлен, ни вызван смелой фантазией Жюль Верна, но даже не мог бы быть понят без противоречия! Или, лучше сказать, два положения “Земля вращается” и “удобнее предположить,

что Земля вращается” имеют один и тот же смысл, в одном ничуть не больше содержания, чем в другом»⁶. Отнюдь не в соответствии с этими словами приводит Пуанкаре в 1905 г. ряд известных доказательств вращения Земли: сплюснутость Земли, маятник Фуко, вращение циклонов, пассатные ветры, наблюдаемые вращения других небесных тел. Тем не менее он утверждает: «Абсолютного пространства нет. Поэтому с точки зрения кинематики из двух противоречивых положений — «Земля вращается» и «Земля не вращается» — одно не более верно, чем другое. Принимая одно, отвергая другое, в кинематическом смысле значило бы допускать существование абсолютного пространства.

Однако, если одно из них (утверждений. — С.Т.) открывает нам верные отношения (имеются в виду законы Кеплера и динамики. — С.Т.), которые не вытекают из другого, то можно считать первое физически более верным, чем другое, потому что оно имеет более богатое содержание. И в этом отношении не может быть никаких сомнений (курсив мой. — С. Т.)»⁷.

* Плохая физика; но зато какая смелая поэзия! — Примеч. поэта.

Итак, Пуанкаре, несмотря на колебания, склонился к признанию вращения Земли, исходя из критерия Аристотеля: «*Истинно то, что в отношении к последующему также оказывается истинным* (курсив мой. — С.Т.)». У нас еще будет повод вернуться к этому критерию.

Вместе с тем и в 1905 г. Пуанкаре продолжал настаивать на том, что с точки зрения кинематики два предположения равноправны. Он не поясняет подробнее свою мысль, и можно предположить, что Пуанкаре находился под влиянием мнения австрийского физика и философа Э. Маха. Впрочем, в отличие от Маха, Пуанкаре, по крайней мере в 1905 г., уже не отвергает *динамических* доказательств, т.е. объяснений с помощью сил. Последнее из приведенных им доказательств (наблюдаемые вращения других планет) является доказательством по аналогии, оно не может дать количественной оценки вращения Земли и, следовательно, не относится к числу математических доказательств.

Заметим в связи с этим, что в эпоху Коперника не были известны переречисленные Пуанкаре динамические доказательства, а вращения планет невозможно было наблюдать. Тем не менее Коперник сумел найти — численно определить — *три движения Земли* из анализа наблюдаемых относительных вращений сфер Земли, звезд и Солнца. Те, кто читал «*De Revolutiunibus*»⁸, знают, что Коперник логически последовательно объясняет, каким образом ему удалось сделать то, что он *не прибегает к ссылкам на божественное откровение и загадочную интуицию*.

Понимание того, как он это сделал, помогло бы астрономам в решении современных задач и, кроме того, продемонстрировало бы со всей очевидностью, что прогрессивное развитие астрономии всегда заключалось в разделении наблюдаемых относи-

тельных движений тел (либо их проекций на небесную сферу) на движение, присущие каждому *отдельному* телу (или его проекции), которые поэтому можно назвать *собственными* движениями тел (проекций). В этом смысле «запреты» физики XX в., признающей лишь относительные движения, идут вразрез с методической установкой всей многовековой астрономии. Кроме собственных движений в данной системе тел, небесные тела движутся вместе с системой, в которую они входят; система в свою очередь является подсистемой по отношению к более крупному образованию и т.д. Так что вопрос об *окончательном* движении небесного тела всегда останется открытым, ибо если мы суммируем все известные движения какого-либо тела, то это будут движения, известные нам сегодня, завтра же мы «заглянем дальше в глубь вселенной» — сумма окажется неполной.

Мы предполагаем, что именно эта проблема — поиск такой системы отсчета, чтобы движения, к ней отнесенные, *оказались окончательными и в этом смысле абсолютными*, — волновала физиков в конце XIX в. (Вспомним, что у Ньютона есть иное определение абсолютных движений: это движения, определяемые через силы взаимодействия и наблюдаемые относительные движения.) Критика решений, которые предлагали физики, дана в одной из наших статей⁹. В процессе поиска решения задачи, никогда *до конца не разрешимой*, физики затронули много проблем, далеко не всегда четко их формулируя. Поэтому нам приходится начинать с выяснения, что же они имели в виду. Мы убеждаемся в том, что физики иногда объявляли принципиально неразрешимой задачу, неразрешимую лишь в пределах искусственно ограниченной ими «вселенной»; случалось и обратное: какое-либо решение частной за-

дачи они объявляли всеобщим и окончательным.

Возможно, Пуанкаре имел в виду необходимость отказа от гелиоцентрической системы как от окончательной инстанции, наиболее удобной для описания всех движений, когда утверждал о кинематическом равноправии систем отсчета, связанных с Солнцем и с Землей, поскольку не существует абсолютной системы отсчета. Не мог же Пуанкаре думать, будто кинематические методы не позволяют определить, какие тела более подвижны, какие — менее подвижны? Следовательно, если найдутся тела, движущиеся настолько медленно, что, например, за год или иной срок их движения нельзя обнаружить, то допустимо признать их *неподвижными в течение этого срока и можно использовать для построения неподвижной в течение некоторого времени системы координат, которая будет пригодна для изучения траекторий более подвижных тел.*

Хорошо известно, что кинематика позволяет сравнивать разные движения, хотя задача сравнения порой оказывалась очень трудной. Неразрешимой она была бы лишь при условии, что «вселенная» состоит только из двух тел. Именно такой случай не сходит со страниц релятивистской литературы — задача, в которой даны только две системы координат (S и S'), движущиеся прямолинейно и равномерно относительно друг друга, что демонстрирует оторванность физиков-релятивистов от конкретных задач астрометрии и от ее методов; их пристрастие к схоластическим рассуждениям.

К такому же выводу приводит анализ объяснения звездной aberrации в специальной теории относительности (СТО). Этот вопрос был подробно рассмотрен нами¹⁰. Здесь уместно напомнить, что признание правильности рассуждения Эйнштейна об aber-

рации света от бесконечно удаленного источника излучения лишало теорию Коперника одного из ее хрестоматийных доказательств — найденного Бадлеем практического подтверждения движения Земли¹¹. Эйнштейн считал скорость v , входящую в формулу для вычисления годовых абберационных смещений, скоростью относительного движения звезды и Земли, что было ошибкой: скорости звезд относительно Земли весьма разнообразны, и практика астрономии за 250 лет подтвердила правильность формулы Бадделя, в которую входит *для всех звезд одна и та же скорость v* — орбитальная скорость Земли (абсолютная скорость Земли, по терминологии Ньютона). Нелепость новой версии была слишком очевидной, и последователям Эйнштейна пришлось «пойти на попятную», однако при этом они сохранили свою терминологию, лишенную однозначности и поэтому затрудняющую понимание предмета.

В одной из наших статей¹² указана причина связанного с aberrацией заблуждения физиков-релятивистов: они приняли за точные формулы классической теории те приближенные алгоритмы (линеаризованные формулы), которые были достаточны для учета aberrации при прежней точности наблюдений; физики стали искать гипотезы для «уточнения» этих приближенных формул, вместо того чтобы провести математический анализ исходных соотношений классической астрономии, из которых нетрудно вывести члены второго и любых других порядков. Одновременно надо признать, что изложение звездной aberrации в учебниках сферической астрономии затрудняло понимание сути дела и могло ввести в заблуждение физиков, не знакомых с практикой учета звездной aberrации¹³.

Провал релятивистского объяснения звездной aberrации не получил

широкой огласки, напротив, одно из хрестоматийных доказательств обращения Земли, найденное Брадлеем (1728), было предано забвению даже в кругу механиков и физиков.

2. Оторванность от конкретных проблем астрономии характерна для всех «нападающих» на Коперника. Остановимся на тех, кого цитирует В.А. Фок в своем докладе «Система Коперника и система Птолемея в свете современной теории тяготения»¹⁴. Прежде чем привести длинную цитату из этого доклада, отметим некоторую неопределенность точки зрения самой Фока по сравнению с позицией Пуанкаре 1905 г. Фок считает вопрос об истинности системы Коперника прерогативой динамики, он «может быть решен только наукой, изучающей массы и силы, как причины движения ... только динамика может дать ответ на вопрос о природе ускорения: имеет ли ускорение абсолютный или относительный характер»¹⁵.

Как мы видели, Пуанкаре нашел доказательство истинности системы Коперника в том, что она дала возможность родиться и утвердиться динамике. Между тем Фок ищет «внутри» динамики подтверждения истинности системы Коперника. Разве динамика Ньютона не дала уже ответ на этот вопрос самим фактом своего появления?

Фок хотел бы устранить противоречия между *общей теорией относительности* и динамикой Ньютона, он ставит согласие ОТО (релятивистской динамики, или теории тяготения) с теорией Коперника в зависимость от того, сохраняется ли в ОТО привилегированная система отсчета. Он полагает, что ОТО не противоречит системе Коперника, поскольку в ОТО сохраняются привилегированные системы отсчета, но его мнение *противоречит как мнению Эйнштейна, так и принятой в современной физике точке зрения на ОТО*¹⁶.

Фок пишет: «Вопрос о том, можно ли отдать гелиоцентрической системе решительное предпочтение перед геоцентрической, тесно связан с вопросом о существовании привилегированных систем отсчета. <...> Существование в механике Ньютона привилегированных (а именно инерциальных) систем отсчета решает спор между сторонниками системы Коперника и сторонниками системы Птолемея в пользу Коперника.

С появлением в 1916 г. общей теории относительности Эйнштейна этот давно заглохший спор снова ожил: в новой теории стали усматривать доводы в пользу <...> того, что обе системы — Коперника и Птолемея — равноправны. Так, в книге Эйнштейна и Инфельда “Эволюция физики” мы читаем: “Можем ли мы сформулировать физические законы таким образом, чтобы они были справедливыми для всех систем координат, не только для систем, движущихся прямолинейно и равномерно, но и для систем, движущихся совершенно произвольно по отношению друг к другу? Если это можно сделать, то наши трудности будут разрешены. Тогда мы будем в состоянии применять законы природы в любой системе координат. Борьба между воззрениями Птолемея и Коперника, столь жестокая в ранние дни науки, стала бы тогда совершенно бессмысленной. Любая система координат могла бы применяться с одинаковым основанием. Два положения — “Солнце покоится. Земля движется” и “Солнце движется, а Земля покоится” — означали бы просто два различных соглашения о двух различных системах координат. Мы могли бы построить реальную релятивистскую физику, справедливую во всех системах координат, физику, в которой имело бы место не абсолютное, а лишь относительное движение? Это в самом деле оказывается возможным”.

В книге Макса Борна по теории относительности сказано: «С точки зрения новой теории Эйнштейна, системы Птолемея и Коперника равноправны: обе точки зрения дают одинаковые законы природы». Советский физик А.А. Фридман (умерший в 1925 году) приводит в одной своей популярной книге следующие слова из басни Ломоносова: «Кто видел простака из поваров такого, который бы вертел очаг вокруг жаркого?», — как бы желая этим сказать, что с появлением общей теории относительности из всех доводов в пользу системы Коперника остался только тот, который формулирован в приведенных словах басни»¹⁷.

Подтверждая совпадение процитированного Фоком с оригиналом, добавим слова Фридмана, опущенные Фоком: «Невозможно решить, кто прав — Птолемей или Коперник; невозможно, если, конечно, не прибегать к раз и навсегда оставленным в настоящей статье принципам целесообразности, экономии мышления и т.п. Одно из остроумнейших доказательств правильности коперниковой системы приведено в следующем стихотворении Ломоносова... (здесь приводится известная басня Ломоносова с мнением повара о подвижности Земли. — С. Т.). Принцип целесообразности ясно проглядывается в этих остроумных словах»¹⁸.

Итак, в XX в. доказательства Коперника и его последователей предаются забвению, одно из двух хрестоматийных доказательств (звездная aberrация) оспаривается. С точки зрения корифея современной космологии, защитить коперниковскую систему может только остроумие. Видимо, не случайно в XX в. весьма своеобразное остроумие нередко заменяет физикам ответ на вопросы, оно вместе с парадоксами и абсурдами включается в систему научных доказательств (теория абсурдна пото-

му, что абсурдна природа, утверждает Фейнман¹⁹); причем для популярной литературы упомянутые «доказательства» считаются достаточными.

Возвратимся к началу длинной цитаты из доклада Фока, где решение вопроса в пользу Птолемея или Коперника он ставит в зависимость от «существования» абсолютного пространства, отождествляемого с привилегированной системой координат. Заметим, что существование конкретной системы отсчета (или системы координат — СК, иногда называемой также «метрическим пространством») отличается от существования Земли, Луны, тел, человека — конкретных предметов, поскольку системы координат создаются, организуются или, как говорят, «строятся» астрономами, использующими природные тела. Конечно, они создаются, образуясь с материалом природы — с поведением тел, но таким образом, который наиболее удобен для решения конкретной задачи. (Признание гелиоцентрической системы не повлекло за собой отказа от геоцентрической и даже от топоцентрических СК, которые всегда служили и используются до сих пор для решения задач, например при определении астрономического времени.)

Фок, как и все физики XX в., говорит об «объективном существовании» — существовании в природе привилегированных систем отсчета — абсолютного пространства, и хотя он иначе ставит вопрос, чем, например, Лоренц, его рассуждения связаны с той же проблемой, которая до сих пор волнует физиков и о которой мы писали выше: как найти в природе такую СК, в которой движения всех тел были бы окончательными. Многие ученые ошибочно полагают, будто Ньютон признавал существование такой «окончательной» системы отсчета, опираясь, вероятно, на приведенный Ньютоном пример с кораб-

лем²⁰, тогда как им следовало бы обратить внимание на предостережение Ньютона: «Может оказаться, что в действительности не существует покоящегося тела, к которому можно было бы отнести места и движения прочих»²¹. Отсюда видно, что, понимая невозможность отождествления природы и математики, Ньютон не отказывается от последней, а следовательно, и от идеальных, абстрактных понятий — таких, как абсолютное движение и абсолютное пространство (СК).

Представляется очевидным: современным физикам следует познаться с теми конкретными системами координат, которые создают астрономы, для начала хотя бы с той системой координат, которой пользовался Ньютон.

Среди физиков во второй половине XIX в. бытовало мнение о существовании неподвижного эфира; мысли о возможности отождествления этого эфира (неоэфира, вакуума) с системой координат, которую он «материализует» (такова современная терминология), высказываются до сих пор. Если Пуанкаре, а затем и физики-релятивисты отрицают возможность использования среды в качестве системы отсчета (СК), то в этом с ними надо согласиться, но тогда их стрелы следовало бы направить не на Ньютона и классическую механику, а на физиков, отождествляющих эфир-неоэфир-вакуум с абсолютным пространством.

Если говорить о системах координат, не узнав, каким образом «построены», или созданы, конкретные СК астрономов, а затем утверждать о постоянстве скорости света во всех инерциальных СК, то запутаться нетрудно. Правильнее ставят вопрос физики, не согласные с постулатом Эйнштейна о постоянстве скорости света в *любой инерциальной системе координат*; они спрашивают: «В ка-

кой конкретно системе отсчета астрономы считают скорость света постоянной?»²².

На этот вопрос *должны ответить астрономы*, но, чтобы их ответ был понят, необходимо начать с азов, ибо небрежность и двусмысленность, свойственная релятивистской литературе, достаточно запутала читателей.

Так, например, при рассуждениях о координатных системах физики указывают только начало — центр координатных осей (добавляя иногда масштаб — меру длины), этого недостаточно, чтобы определить или задать как Декартову СК в пространстве трех измерений, так и сферическую СК в двумерном пространстве Римана. Отсюда возникает математическая некорректность релятивистских рассуждений, которые могут привести лишь к неопределенным выводам. Релятивисты также забывают, что измерения скорости любых движений всегда производятся относительно каких-либо тел, а последние подвижны. Так что *постоянная*, называемая скоростью света в вакууме, является величиной, «извлекаемой из наблюдений» посредством решения уравнений. Говорить о постоянстве величины, характеризующей движение, какими бы способами она ни измерялась или к какой бы СК она ни относилась, значит игнорировать практику измерений и наблюдений за движениями.

Примером двусмысленности могут служить рассуждения современных авторов (включая и цитированных Фоком) относительно законов природы, которые были бы справедливы в любой СК, как бы последняя ни двигалась. Авторы проявляют нежелание разграничить понятия «закон природы» и «уравнение движения». Причина нежелания связана с тем, что целью релятивистской физики было объявлено установление таких законов природы, которые не меняются

(справедливы) при переходе из одной СК в другую, движущуюся произвольным образом относительно первой («привилегированных систем нет!»). Утверждается, что этой цели релятивистская физика достигла. Но так ли это? Мы знаем, что в закон всемирного тяготения Ньютона входят массы и расстояния между телами (частицами). Его нельзя было бы называть законом Природы, если бы устанавливаемые им соотношения зависели от выбора системы координат — *нашего выбора*. Отношения, зафиксированные в этом законе, универсальны, хотя массы и расстояния мы можем выражать в разных мерах, что отразится на значении постоянной тяготения.

Закона взаимодействия двух тел (аналогичного Ньютону) в релятивистской физике нет. Как обобщение уравнения (NB!) Ньютона предлагается *уравнение геодезической* (СК), куда входят скорость света и «скорость тела, движущегося в поле тяготения центральной массы»²³, и если в СТО есть постулат о постоянстве скорости света хотя бы в инерциальных СК, то для скорости тел или частиц такого постулата в ней нет. Так изменится ли уравнение геодезической при переходе к новой СК, произвольным образом движущейся относительно прежней? В буквенной записи не изменится — символы заменятся символами со штрихами. Кто с этим спорит? Но численные характеристики движения (значения координат и их производных) в двух упомянутых СК не могут совпадать в любой теории, хоть как-то связанной с природой, с практикой.

Простой пример тому — движение центра Земли: он неподвижен в геоцентрической СК, уравнения его движения, отнесенные к гелиоцентрической, селеноцентрической, ареоцентрической и т.п., а также к галактоцентрической СК, будут различны-

ми из-за различия траекторий его движения в этих СК, т.е. соответственно движений относительно Солнца, Луны, Марса и центра Галактики. Кроме того, как мы уже упоминали, уравнения будут зависеть не только от выбора начала (центра СК), но и от выбора направлений осей координат.

К сожалению, Фок в своем юбилейном докладе не приводит каких-либо доказательств справедливости системы Коперника, только в последних абзацах он констатирует согласие теории тяготения Эйнштейна (ОТО) с диалектическим материализмом²⁴, а затем утверждает о прочном теоретическом обосновании теории Коперника в механике Ньютона, «... это обоснование нисколько не было поколеблено дальнейшим развитием науки (курсив мой. — С.Т.)»²⁵. Последние слова, по крайней мере, свидетельствуют о несогласии Фока с Эйнштейном, Инфельдом и с Борном относительно равноправия систем Птолемея и Коперника («обе точки зрения дают одинаковые законы природы» — см. цитированное выше). Действительно, о каких законах природы говорит Борн? Если о релятивистском уравнении, то почему бы Борну и его последователям не пояснить его генезис из теории Птолемея? Возникает подозрение, что, с точки зрения многих физиков, все отличие систем Мира Птолемея и Коперника сводится лишь к несовпадению начал координатных систем. Астрономы знают, что это не так, поскольку для них в понятие грамотности входит (или по крайней мере входило ранее и должно было бы входить теперь) *знание пути от теории Коперника к динамике Ньютона*.

Если Фок прав в том, что дальнейшее развитие науки не поколебало ни учения Коперника, ни механики Ньютона, то к чему были все эти рассуждения релятивистов XX

в. о новом взгляде, свидетельствующем о равноправии систем Птолемея и Коперника? Ведь физикам вторили популяризаторы науки, а также авторы учебников, а вторившим им философам несть числа. Сошлемся хотя бы на примеры, приведенные в книге Р.А. Гальцевой: «“Вращается ли Земля вокруг Солнца, или Солнце вокруг Земли — что в сущности глубоко безразлично”, — пишет А. Камю (с. 81), а Л. Шестов утверждает: “Теперь, вероятно, во всем мире мы не нашли бы ни одного человека, который согласился бы умереть в доказательство и ради защиты идеи Галилея” (с. 80)»²⁶. Эти слова написаны в 1908

г. Надо признать, что и в прошлые века немного находилось людей, готовых жертвовать своей жизнью ради истины. Для XX в. характерен скептицизм по отношению к ценностям прошлого, и Эйнштейну кажется донкихотством поведение Галилея, страстно добивающегося признания коперниканской истины²⁷. Так кто же были зачинщиками «второй великой научной революции»? Физики? Философы? Политики? Чья это установка «повторить коперниканский переворот, но в расширенном (!) виде»²⁸? Такие вопросы, естественно, должны возникнуть у тех, кто подводит неутешительные итоги уходящего века.

Коперник и современная астрономия (астрометрия)

И вместе с тем скорее божественная, чем человеческая, наука, изучающая высочайшие предметы, не лишена трудностей.

Н. Коперник

1. Голоса талантливо пропагандировавших и разъяснявших учение Коперника в XX в. были менее слышны, чем голоса тех, о ком мы писали выше. Но нельзя не вспомнить с благодарностью наших историков науки — таких, как И.П. Веселовский, Ю.А. Белый, астрономов Н.И. Идельсона, А.А. Михайлова, а также авторов работ о Галилее, Кеплере, Гассенди и других коперниканцах, которые добавили новые аргументы в обоснование системы Коперника.

Остановимся на одном из замечаний Михайлова, сделанном в докладе на том же юбилее, где выступал и Фок. Михайлов пишет: «Поскольку петли в движениях планет оказались отражением кругового движения Земли по ее орбите, величина этих петель указывала на расстояние планет: чем дальше плане-

та, тем меньше описываемая ею петля. На основании этого Коперник с помощью безупречного геометрического рассуждения смог впервые определить расстояния планет от Солнца, выраженные в единицах его расстояния от Земли <...> Коперник дал правильный и точный план Солнечной системы, *составленный в едином масштабе* (курсив мой; единицей служил orbis magnus — радиус земной орбиты. — С. Т.), и делом следующих поколений было выразить все расстояния в земных единицах (стадиях, километрах или иных)»²⁹.

Эти слова по смыслу совпадают с мнением самого Коперника о решенной им задаче, высказанным в послании к Папе Павлу III, которое служит введением к главному труду Коперника «De Revolutionibus»: «Те же, кото-

рые домыслили эксцентрические круги, хотя при их помощи и получили числовые результаты, в значительной степени сходные с видимыми движениями, однако должны были допустить многое, по-видимому противоречащее основным принципам равномерности движения. И самое главное, таким образом, они не смогли определить форму мира и точную соразмерность его частей. Таким образом, с ними получилось то же самое, как если бы кто-нибудь набрал из различных мест руки, ноги, голову и другие члены, нарисованные хотя и отлично, но не в масштабе одного и того же тела; ввиду полного несоответствия друг с другом из них, конечно, скорее составилось бы чудовище, а не человек»³⁰. Далее, демонстрируя в таблице близость полученных Коперником расстояний планет от Солнца к современным значениям расстояний, выраженных в радиусе земной орбиты, Михайлов пишет: «Птолемей имел в своих руках почти те же самые числа, которые в его системе равнялись *отношению* (курсив мой. — С. Т.) между диаметрами деферентов и эпициклов соответствующих планет. В геоцентрической системе можно было произвольно изменять размеры отдельных планет, лишь бы сохранились отношения между деферентом и эпициклом для каждой планеты в отдельности»³¹.

Поясним. Незнание размеров планет, как и расстояний до них, не мешало астрономии Птолемея предсказывать движения *проекций планет по сфере единичного радиуса — «небесной сфере»*. И только! Астрономия Коперника позволяла перейти к *пространственным движениям тел Солнечной системы*, т.е., кроме проективной (сферической) геометрии, также и метрическая геометрия трехмерного пространства, а вместе с ней и «земная» кинематика получали свои права и стали использоваться как ин-

струмент (метод) познания движений в Солнечной системе. Путь, на который встал Коперник, привел к рождению динамики, а затем к созданию невиданной по точности модели Солнечной системы и триумфу математических методов в естествознании.

О задаче Коперника можно сказать и другими словами: он объяснил, какой должна быть система координат для изучения движений *тел* Солнечной системы, а перед этим он исправил хронологию, т.е. дал систему времени — столь же необходимый «инструмент» для изучения движений, как и система координат. Иначе он не смог бы создать (вычислить) свою математическую модель Солнечной системы.

Аналогичный процесс — переход от изучения движений проекций звезд к их пространственным, сначала относительным (относительно Солнца) движениям, а затем абсолютным (по отношению к центру масс нашей Галактики) — начался соответственно в конце XIX в. и в 20-е гг. нашего века. Причем отказ от гелиоцентризма не воспринимался астрономами как противоречие Копернику или Ньютону, несмотря на то, что для обоих ученых трехмерной «вселенной» была только Солнечная система, а «периферийный» звездный мир оставался сферическим и плоским³².

На физиков отказ от неподвижности Солнечной системы, видимо, произвел иное впечатление. Если вспомнить, что вторжение физиков в святая святых астрономов — в задачи определения систем отсчета времени и координат (а эти две задачи неразделимы, как сиамские близнецы) — произошло в то время, когда физики достигли существенных успехов в теории света (в «разгадке природы света», так они называют проблему) и когда одновременно у астрономов обозначились некоторые проблемы в метрологии, связанные с исчислением време-

ни, то категоричность, с которой физики стали рассуждать о вопросах астрономических, ранее им чуждых, покажется менее удивительной. Например, физики решили, что установить одновременность событий можно только при существовании сигнала, распространяющегося с бесконечной скоростью. Если астрономы как-то устанавливают одновременность событий, значит, они допускают бесконечную скорость света и их надо поправить. Между тем все астрономы лет через 100 после открытия О. Ремера признали, что скорость светового сигнала конечна, но и после этого они *не отказались от построения картины одновременных положений тел по наблюдениям за их разновременными положениями*.

Тем не менее никто из астрономов до сих пор не взял на себя труд, а большинство даже не сочувствует желанию объяснить то, чего не поняли физики, когда начали рассуждать об определении одновременности событий, затем о постоянстве скорости света в любой инерциальной системе координат, затем о равноправии моделей мира Птолемея и Коперника, затем о необходимости построить систему координат, опирающуюся на мировую линию фотона.

2. Почему же безмолвовала большая часть астрономов?

Приходится признать, что на протяжении XX в. происходила, по выражению Г.С. Хромова, постепенная «осиандеризация» фундаментальной астрономии, или астрометрии, — той ее отрасли, к компетенции которой, безусловно, относятся вопросы, перечисленные в конце последнего абзаца предыдущего раздела. Об Осиандере, от имени которого образован упомянутый термин, мы скажем далее. Осиандеризация означает подчинение астрономии одной цели — добиться совпадения того, что астрономы предсказывают (*calculate*), с тем,

что они наблюдают (*observe*). Казалось бы, достойная цель и похвальное стремление, но средства, используемые на пути к ней, как показывает история астрономии, имеют большее значение, чем сами успехи в сокращении разностей $o-s$ между наблюдаемыми предвычисленным.

Стремление к уменьшению разностей $o-s$ между наблюдаемыми значениями координат и значениями, вычисленными по общепринятой модели движений, если речь идет о планетах, и по общепринятому каталогу, если речь идет о звездах, постепенно превращается в главную заботу как астрометристов-наблюдателей, так и небесных механиков. Для первых уменьшение невязок $o-s$ желательно потому, что малые невязки признаются едва ли не главным показателем точности их наблюдений; а именно повышение точности наблюдений стало их всепоглощающим стремлением. Какой ценой оно достигнуто, на это обращают мало внимания. Считается достижением, если наблюдатель уменьшит невязки за счет того, что приблизит «отскочившие» наблюдения (т.е. наблюдения с $o-s$ большими, чем у прежних наблюдателей) к вычисленным значениям (к s) либо с помощью введения эмпирических поправок *ad hoc*, либо с помощью «взвешивания» невязок, т.е. путем подбора множителей, минимизирующих эти повязки, либо, наконец, если он достигнет уменьшения разностей $o-s$ ценой неоправданного отказа от принципов определения координат, принятых предшествующими поколениями астрономов. Мы снова вынуждены спросить: поняты ли эти принципы современными астрономами или в этом вопросе у них теперь не осталось преимуществ перед физиками?

Для вторых, т.е. небесных механиков, если речь идет о планетах, малые $o-s$ считаются доказательством высокого достоинства их эфемерид, что

справедливо только при одновременном учете и других критериев.

Когда стремление любой ценой минимизировать разности $o-c$ стало преобладающим, не осталось времени на то, чтобы задуматься о том, где же истина. К тому же физики-лауреаты говорят, что все относительно и условно, а «глубокий мыслитель XX века — великий философ»³³ Карл Поппер, тоже лауреат, во всем с ними согласный, пишет так: «Всякое наблюдение включает в себя интерпретацию в свете нашего теоретического знания, знание, основанное только на наблюдениях и не искаженное теорией, — если это вообще возможно, — было бы совершенно бесплодным и бесполезным»³⁴.

Если с этим согласиться, то не только вопрос об истине, но даже более простой — что такое факт? — остается без ответа, ибо, как было сказано философом, наблюдаемый факт непременно искажен теорией, если бы вдруг нашелся (но не найдется!) неискаженный, то он был бы бесполезен. Предлагаем астрометристам задуматься над словами Поппера и одновременно сравнить свои наблюдения с наблюдениями тех *первых* астрономов, которым мы столь многим обязаны. Мы до сих пор обращаемся к результатам их наблюдений, следовательно, они остаются полезными для нас. Между тем возможность их искажения теорией исключается по простой причине. — из-за отсутствия предшественников-теоретиков. Современные астрономы лишены этого «преимущества». Как же им реагировать на остроумное высказывание Поппера? Полезно или бесполезно, возможно или невозможно в современной астрономии «знание, основанное на наблюдениях и неискаженное теорией»?

Во-первых, не стоит соглашаться с тем, что любая теория непременно искажает знание. Одна из задач тео-

рии — объяснять наблюдаемое. Конечно, не все теории справляются с такой задачей, но безотносительно к конкретной теории нет смысла рассуждать на эту тему.

Во-вторых, едва ли астрономы-наблюдатели присоединятся к Попперу, оспаривающему тезис эмпириков о наблюдениях как источнике знания («логически невыполнима программа поиска источника знания в исходном наблюдении, она ведет к бесконечному регрессу»³⁵, им этот тезис следовало бы защитить).

Поскольку Поппер затрагивает тему о верификации теорий, актуальную для современной астрономии, для начала поставим вопрос таким образом, чтобы однозначный ответ на него был возможен. Какие результаты наблюдений (или знания, извлеченные из наблюдений) могут быть использованы для проверки теорий? Ответ (только такие, которые от проверяемых теорий не зависят) является одновременно условием, гарантирующим состоятельность проверки.

К сожалению, иная тенденция у новой астрометрии — привести наблюдения в соответствие с физическими теориями XX в.³⁶

Эта тенденция отчетливо выражена, например, в книге К. Маррея, который пишет: «Я поставил себе задачу сконструировать теорию астрометрических наблюдений, основанную на теории относительности»³⁷. Представим на миг, что поставленная Марреем задача решена и теория наблюдений, опирающаяся на теорию относительности, нашла сторонников среди астрономов-наблюдателей, внедряющих ее в практику наблюдений. После этого останется ли астрономия историей неба, призванной фиксировать и сохранять для потомства факты, каковыми являются измерения, т.е. объективные (беспристрастные) описания наблюдаемого? Сохранится ли за наблюдательной астрономией

право проверки теорий, в том числе и теории относительности? Вряд ли читатель нуждается в подсказке ответа на этот вопрос.

Расскажем теперь об Осиандере. Кто он был и чем заслужил упоминания в статье, посвященной Копернику? Осиандер — лютеранский богослов, автор предисловия к «De Revolutionibus», напечатанного вопреки воле Коперника. Осиандер полагал, что «нет необходимости, чтобы гипотезы астрономов были верными или даже вероятными, достаточно только одного, чтобы они давали сходящийся с наблюдениями способ расчета». Он писал: «Астроном скорее примет ту [гипотезу], которая будет самой легкой для понимания. Философ, вероятно, потребует в большей степени похожую на истину; однако никто из них не сможет ни постичь что-нибудь истинное, ни передать это другим, если это ему не будет сообщено божественным откровением. Поэтому позволим, чтобы наряду со старыми гипотезами стали известны и эти новые, ничуть не более похожие на истинные; в особенности же по той причине, что они одновременно и удивительны и просты и сопровождаются огромным сокровищем ученейших наблюдений. Во всем же, что касается гипотез, *пусть никто не ожидает получить от астрономии чего-нибудь истинного* (курсив мой. — С.Т.), поскольку она не в состоянии дать что-либо подобное; если же он сочтет истиной то, что придумано для другого употребления, то после такой науки окажется более глупым, чем когда приступал»³⁸.

Автора анонимного предисловия, которое читатели сначала приписывали самому Копернику, удалось установить только Кеплеру; он узнал также, что Коперник не согласился с предложением напечатать предисловие Осиандера и послал свое предисловие. В настоящее время посвящение

Папе Павлу III является предисловием к бессмертной книге. Оно красноречиво свидетельствует о несовпадении взглядов Коперника и Осиандера на роль астрономии и на идею о подвижности Земли.

Тем из современных ученых, которые считают, что признание движения Земли вокруг Солнца — это не более чем соглашение, на какое-то время оказавшееся удобным, Осиандер кажется более мудрым, чем Коперник с его стремлением к истине. В оправдание Осиандеру находят и другие аргументы, вытекающие из современного опыта: книга может остаться ненапечатанной из-за цензуры или отзыва рецензента. Не лучше ли опубликовать ее, хотя бы уплатив за это уступкой господствующей парадигме?

Близкие друзья Коперника, Тидеман Гизе и Иоахим Ретик, рассуждали иначе. Они были возмущены анонимным предисловием и поступком Петрея — владельца типографии в Нюрнберге, его опубликовавшего. В письме к Ретику по поводу публикации этого предисловия есть следующие строки: «Как же не возмущаться столь большим преступлением, совершенным под покровом доверия? Я, однако, не знаю, следует ли в этом обвинять самого печатника, зависящего от деятельности других, или какого-нибудь завистника, который в горе, что *ему придется расстаться с бывшей профессией, если эта книга делается известной* (курсив мой. — С.Т.), воспользовался простотой печатника, для того чтобы уничтожить доверие к этому труду. Чтобы он все-таки не остался безнаказанным за то, что позволил испортить дело чужим обманом, я написал Нюрнбергскому сенату, указывая, что, по моему мнению, следует сделать для восстановления доверия к автору».

Как видим, епископ Кульмский и Вармийский Тидеман Гизе прекрасно

понимал, что не божественное откровение Священного Писания брал под защиту анонимный автор предисловия, а интересы тех, кому пришлось бы расстаться со своей профессией, если бы труд Коперника получил признание.

Не так ли случается и теперь, в веке XX? Не свое ли благополучие защищали и защищают представители научного сообщества под видом *защиты науки* или авторитета «своих богов», роль которых играют то политики-вожди, то разрекламированные лауреаты, а если спуститься ниже, то директора, замы, завыв и т.д. «Наука сама себе социальный институт, и у нее нет иммунитета от глупости и саморазрушения», — пишет Д. Грюндер³⁹. Иммунитетом могли бы быть нравственные принципы ученых, отказ от подавления инакомыслия.

Век XX оказался веком конформизма, когда способность людей мыслить была скована где страхом, а где погоней за успехом. Коперник прожил полжизни в XV в., отличавшемся большим свободомыслием, чем XVI в., особенно его вторая половина. Коперник был смелым человеком, он организовал защиту Фромборка, когда члены капитулы его покинули, с малым гарнизоном успешно возглавил оборону от крестоносцев крепости-замка Ольштын, отправился с опасным дипломатическим поручением в стан коварного врага; он не искал степеней или известности в ученом мире, в его обращении к Папе Павлу III нет ни тени заискивания или подбострастия. Поэтому невозможно согласиться с эпитетом «робко» в известных словах Ф. Энгельса: «Коперник бросил — хотя и робко и, так сказать, лишь на смертном одре — вызов церковному авторитету в вопросах природы»⁴⁰.

Ретроспективный взгляд политика, возможно, допускает принадлежа-

щее Энгельсу сравнение «издания бессмертного творения Коперника» с «лютеровским сожжением папской буллы», но прочитавший Коперника согласится, что в отличие от намерений Лютера в намерения Коперника не входил вызов кому бы то ни было. «Послание против Вернера»⁴¹ свидетельствует о том, что роль преемственности в науке была Копернику вполне ясна. Если он долго сомневался в целесообразности публикации своего Труда, то, конечно, не из робости. Во-первых, он понимал, что системе Мира Птолемея (которая привела астрономию к кризису, однако до этого «служила» практике около 1300 лет) следует противопоставить также законченную и более строгую *систему*, а не критику, уточнение или модификацию; поэтому он тщательно продумал последовательность изложения, объяснение наблюдаемых явлений и формулировку основополагающих принципов, которым неуклонно следует. При этом отнюдь не в соответствии с часто повторяемыми теперь словами о том, будто Коперник отвергал видимое (считал его обманом), рассуждает сам ученый: «Пусть никто не полагает, что мы вместе с пифагорейцами легко мысленно утверждаем подвижность Земли; для этого он найдет серьезные доказательства в моем описании кругов. Ведь те доводы, при помощи которых натурфилософы главным образом пытаются установить ее неподвижность, опираются большей частью на видимость; все они сразу же рухнут, если мы также на основании видимых явлений заставим Землю вращаться (курсив мой. — С.Т.)»⁴².

Только завершив то, что он замыслил, Коперник мог обратиться к Папе со словами: «Чтобы Твоему Святейшеству не показалось, что относительно пользы этого труда я обещаю больше, чем могу дать, я перехожу к

изложению»⁴³. За 25 лет до этого в «Малом комментарии» он писал так: «...порицание может принести лишь умеренную пользу, да и мало прилично, ибо только бесстыдным умам свойственны желания быть скорее насмешником Момом, чем поэтом-создателем. Кроме того, я боюсь, что кто-нибудь может рассердиться на меня за то, что я других браню, а сам лучшего не даю»⁴⁴.

Во-вторых, Коперник был обеспокоен тем, кто продолжит его труды и кто воспользуется их плодами. На решение Коперника завершить свой Труд и опубликовать его в большей мере, чем кто-либо из его друзей, повлиял его ученик Ретик. За четыре года до смерти Коперника 25-летний профессор математики из Виттенберга лютеранин Иоахим Ретик приехал, рискуя своей университетской карьерой и поддержкой Меланхтона, в католический Фромборк к каноннику Копернику, чтобы изучать его труды, и почти два года провел со своим учителем. Еще при жизни Коперника Ретик талантливо пропагандировал гелиоцентрическое учение, а впоследствии в развитии тригонометрии и

составлении математических таблиц он стал достойным продолжателем своего учителя⁴⁵. Как видно, Коперник следовал завету пифагорейцев, а проблема «наука и этика», столь актуальная теперь, волновала и его. Коперник вспоминает заповедь Пифагора «не сообщать даров философии тем, которые не произвели очищения духа»⁴⁶.

Коперник переводит послание Лисиды к Гиппарху, где Лисид объясняет те моральные соображения, по которым Пифагор оставил свои записки своей дочери Дамы, наказав *никому вне семьи не передавать их*. Смешение высокого учения философии с нечистыми нравами, подобно тому, «как если бы кто-нибудь налил чистую и прозрачную воду в глубокий колодец, полный грязи; он и грязь растревожит, и воду потеряет». Не следует вооружать знаниями тех, кто заражен пороками, матерью которых является неумеренность и жадность, «и лишь когда мы увидим, что благородный дух освобожден от таких страстей, тогда только и будем сеять прекрасные и плодоносные семена»⁴⁷.

Заключение

Мы сетовали на то, что физики-теоретики в XX в. игнорировали доказательства в защиту системы Мира Коперника, а одно из них даже безуспешно пытались опровергнуть, однако мы не напомнили читателю иных доказательств, кроме двух хрестоматийных, полученных в XVIII и XIX вв. Заглянув в книги по истории астрономии, читатель сам найдет достаточно доказательств у непосредственных продолжателей дела Коперника — у Кеплера и Галилея. Галилей первым использовал телескоп и «увидел много доказательств», вошедших затем в популярную литературу. Менее известны суждения Кеп-

лера, например такое: «Сколько комет на небе, столько и видимых доказательств справедливости системы Коперника».

Почему именно кометы приводит Кеплер в качестве одного из опровержений системы Птолемея? Спросите астрономов. Они должны дать *общедоступное объяснение*. Им положено понимать то, что понимали их предшественники. Астрономия страдает больше, чем какая-либо другая наука, если распадается связь времен. Возможно, в физике — иначе? «Как много мы знаем и как мало понимаем!» — восклицает Эйнштейн. Считается, что в начале XX в. произошла вели-

кая научная революция (переворот) в физике. Революции, как известно, начинаются с разрушения. Революцию, совершенную физиками, называют второй. Первой считают Коперниканскую революцию, но мы вернее назвали бы ее Возрождением, поскольку так разительно отличаются эти два события (две «революции»), их начало, их последствия, их влияние на умы.

Возрождение науки начиналось с астрономии. Хотелось бы привлечь внимание к непопулярной отрасли астрономии — фундаментальной астрометрии, которая нуждается в толчке для ее развития по пути именно фундаментальной, а не только прикладной науки, в качестве которой она развивалась в течение XX в., точнее, прозябала. Взывать к руководству астрономией — все равно что бросать камни в болото, видимо потому, что широкая общественность пока не интересуется этой отраслью знаний; обходили ее вниманием и философы, и популяризаторы науки в этом веке. Здесь требуется вдумчивый и терпеливый читатель, уважающий здравый смысл и логику.

Популяризаторы ориентируются теперь на иного читателя, его надо развлекать сенсациями, которые в избытке предоставляет релятивистская космология, парадоксами и абсурдами, которыми так богата современная физика. «Двадцатый век приучил нас к чудесам», — пишут Д. Либшер и И. Новиков, рассуждая о новой теории времени⁴⁸. Так стоит ли современным ученым и педагогам удивляться⁴⁹ по поводу популярности *ненаучных чудес*, паранаук, суеверий, шарлатанства и так далее, казалось бы несовместимой с уровнем нашей цивилизации? Разве сами они не сеют тех семян, чьи всходы затем так возмущают их?

Всходы того, что сеял Коперник, дали богатый урожай, но не все еще собрано. Еще хватит на долю тех, кто приложит усилия, изучая труды Коперника, его эпоху, чем-то похожую на нашу, а чем-то непохожую. Справедливо писал В.И. Вернадский: «...каждое поколение должно вновь самостоятельно пересматривать прошлое научного знания, так как благодаря ходу жизни и научной мысли в нем постоянно и на каждом шагу выдвигается им раньше не понятое и не замеченное предыдущими поколениями. Многое становится ясным и понятным лишь потомкам, иногда отдаленным»⁵⁰.

¹ И ты — далеко в человечестве. Дж. Китс.

² Кант И. Критика чистого разума. Соч.: В 6 т. Т. 3. М., 1964. С. 77.

³ См.: Коперник Н. О вращении небесных сфер: Сборник. М., 1964.

⁴ См.: Мурри С. А. К вопросу о месте геометрии в естествознании // Проблемы пространства, времени, движения. Т. 1. СПб., 1997. С. 117.

⁵ Пуанкаре А. О науке. М., 1983. С. 280.

⁶ Там же. С. 78.

⁷ Там же. С. 117.

⁸ См.: Коперник Н. О вращении небесных сфер...

⁹ См.: Толчельникова-Мурри С.А., Зинченко М.В. К проблеме учета абберации света // Проблемы пространства, времени, тяготения. СПб., 1995. С.255.

¹⁰ См.: Толчельникова С.А., Саджакова С.Н., Чубей М.С. [Цикл статей о звездной абберации] // Проблемы пространства, времени, движения. 1998. Т. 1. С. 75—114.

¹¹ См.: Толчельникова-Мурри С.А., Чубей М.С. Геодезия и картография. 1995. № 10. С. 7—11.

¹² См.: Толчельникова-Мурри С. А. // Геодезия и картография. 1994. № 9. С. 10.

¹³ Об этом см.: Толчельникова С.А., Саджакова С.Н., Чубей М.С. Указ. соч. С. 101—113.

¹⁴ Фок В.А. Система Коперника и система Птолемея в свете современной теории тяготения // Николай Коперник. М., 1955. С. 57—72.

¹⁵ Там же. С. 57.

¹⁶ Graham Loren R. Between Science and Values. N. Y., 1981. P. 92.

¹⁷ Фок В.А. Указ. соч. С. 58—60.

¹⁸ Фридман А. А. Мир как пространство и время. Б., 1923. С. 65.

- ¹⁹ Фейнман Р. Ф. КЭД — странная теория света и вещества. М., 1988. С. 8-13.
- ²⁰ См.: Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М., 1992. С. 31.
- ²¹ Там же. С. 32.
- ²² См., например: *Andre Assis* [University Campinas, Brasil, частная переписка].
- ²³ См.: *Маррей К.Э.* Векторная астрометрия. Киев, 1986. С. 18 (уравнение 1.2.5).
- ²⁴ Фок неустанно повторяет о том, что «теория относительности является, безусловно, передовой научной теорией, блестяще подтверждающей диалектический материализм», и что взгляды Эйнштейна надо освободить от налета махизма (см.: *Фок В. А.* Против невежественной критики современных физических теорий // *Вопр. философии.* 1953. № 1. С. 170 и 171, а также: *Он же.* Понятие однородности, ковариантности и относительности в теории пространства и времени // *Вопр. философии.* 1955. № 4. С. 131—135). В обеих статьях Фок не касается каких-либо конкретных проблем астрономии.
- ²⁵ *Фок В. А.* Система Коперника и система Птолемея ... С. 72.
- ²⁶ *Гальцева Р. А.* Очерки русской утопической мысли XX века. М., 1992. 206 с.
- ²⁷ См.: *Гиндикин С. Г.* Рассказы о физиках и математиках. М., 1982. С. 73.
- ²⁸ См.: *Гальцева Р. А.* Указ. соч. С. 145.
- ²⁹ *Михайлов А. А.* Николай Коперник, его жизнь и творчество // *Николай Коперник.* С. 18, 20.
- ³⁰ *Коперник Н.* Указ. соч. С. 13.
- ³¹ *Михайлов А. А.* Указ. соч. С. 20.
- ³² См.: *Мурри С. А.* К вопросу о месте геометрии... С. 122.
- ³³ См.: *Овчинников Н. Ф.* Карл Поппер — философ науки: [Послел. к публ.: Поппер К. Об источниках знания и незнания] // *Вопр. истории естествознания и техники.* 1992. № 3. С. 30-34.
- ³⁴ *Поппер К.* Об источниках знания и незнания // *Вопр. истории естествознания и техники.* 1992. № 3. С. 23—24.
- ³⁵ См.: Там же. С.23.
- ³⁶ Подробнее об этом см.: *Толчельникова-Мурри С. А.* Закон всемирного тяготения и абсолютная система координат // *Проблемы пространства, времени, тяготения.* СПб., 1995. С. 220—233.
- ³⁷ *Маррей К. Э.* Указ. соч. С. 8.
- ³⁸ Цит. по: *Коперник Н.* Указ. соч. С. 549.
- ³⁹ *Грюндер Д.* Научный метод и уроки Галилея // *Историко-астрономические исследования.* 1994. Вып. 24. С. 117.
- ⁴⁰ *Энгельс Ф.* Диалектика природы. Л., 1950. С. 5.
- ⁴¹ *Коперник Н.* Указ. соч. С. 431—437.
- ⁴² Там же. С.420.
- ⁴³ Там же. С.15.
- ⁴⁴ Там же. С. 431.
- ⁴⁵ См.: *Веселовский И. Н., Белый Ю. А.* Николай Коперник. М., 1974.
- ⁴⁶ *Коперник Н.* Указ. соч. С. 39—41.
- ⁴⁷ Там же. С. 40.
- ⁴⁸ *Либшер Д. Э. и Новиков И. Д.* Река времени // *Прошлое и будущее Вселенной / Ред. Черепашук А. М. М., 1986. С. 110.*
- ⁴⁹ См., например: *Просвещение, а не мистика: Письма в ред. журн. // Наука и жизнь.* 1992. № 5—6. С. 130—131.
- ⁵⁰ *Вернадский В. И.* Мысли и замечания о Гете как натуралисте // *Вернадский В.И. Статьи об ученых и их творчестве.* М., 1997. С. 73.